云 南 植 物 研 究　2002，24（3）：295～306
Acta Botanica Yunnanica

# 粤北南方红豆杉植物群落的研究[*]

廖文波[1]，苏志尧[2]，崔大方[2]，陈志明[3]，张志权[1]

（1 中山大学生命科学学院，广东 广州　510275；2 华南农业大学，广东 广州　510642；
3 广东省南岭国家级自然保护区大东山管理站，广东 连州　513400）

**摘要**：粤北南方红豆杉珍稀植物群落的样地调查和群落分析表明：（1）种类组成以壳斗科、山茶科、樟科、木兰科、金缕梅科、竹亚科、安息香科、山矾科、杜英科等为主，又以热带属占优势（57.9%），但优势种、建群种以温带属为主（42.1%，个体总重要值之和为 50.9%）。（2）种群生活型谱以高位芽占绝对优势（83.2%），与南亚热带常绿阔叶林相似。（3）群落乔木三亚层结构明显，优势种、建群种的年龄结构以南方红豆杉、枫香、红栲、拟赤杨、甜槠栲、黄山木兰为衰退种群，深山含笑、荷木、亮叶杨桐、青皮木等为增长种群；群落中物种的分布极不均匀，频度小的物种占多数（A 级占 87.2%），频度级大小为 A > B > C > D > E，与 Raunkiaer 频度规律有差异。（4）该群落以南方红豆杉、红栲、枫香的重要值最高，分别为 21.38、17.31、16.03；群落平均密度 0.44、平均株距 1.42，较南亚热带常绿阔叶林的密度小、而株距稍大。

**关键词**：南方红豆杉；植物群落；群落分析；粤北
**中图分类号**：Q 948　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：0253－2700(2002)03－0295－12

# Study on Plant Communities of *Taxus mairei* in North Guangdong，China

LIAO Wen-Bo[1]，SU Zhi-Yao[2]，CUI Da-Fang[2]，CHEN Zhi-Ming[3]，ZHANG Zhi-Quan[1]

(1 *School of Life Sciences*，*Zhongshan University*，Guangzhou 510275，China；2 *South China Agriculture University*，Guangzhou 510642，China；3 *Dadongshan Station*，*Nanling National Nature Reserve*，Lianzhou 513400，China)

**Abstract**：The plant community of *Taxus mairei* in north Guangdong province，China，is a typical，transitionary evergreen broad-leaved forest from the lower sutropics to mid-subtropics，there are more than 10 rare and endangered state-protected species in the 6 500 $m^2$ plots. Based on the survey and analysis of plot data，the results showed：(1) The flora is characterized by the typical families of evergreen broad-leaved or coniferous-and broad-leaved mixed forest of Chinese subtropics，e. g. Fagaceae，Theaceae，Bambusoideae，Lauraceae，Magnoliaceae，Hamamelidaceae，Styracaceae，Symplocaceae，Elaeocarpaceae，Araliaceae，etc. Moreover，the percentage of tropical genera (57.9%) is more than that of temperate genera (42.1%)，but the dominant species in the communities are characterized by latter and

---

[*] 国家教育部《高等学校骨干教师资助计划》、广东省自然科学基金（950091）和林业部保护司 GEF 小型科研基金资助
收稿日期：2001－10－16，2002－01－16 接受发表
作者简介：廖文波（1963－）男，博士，副教授；主要从事保护生物学、植物分类学和植物区系等研究。

their total Importance Value is up to 50.9%；（2）The minimum area of *Taxus mairei* communities is about 1 200 m$^2$，then the minimum area of some disturbed communities only is 800 m$^2$. In the lifeform spectrum，there are overwhelming meso-，micro-and nano-phanerophytes（83.2% total），and abundant Linophanerophytes，which is similar to evergreen broad-leaved forest of the lower-subtropics；（3）In community construction，the tree layer can be divided into 3 sub-layers，the upper layer is dominated by *Liquidambar formosana*，*Castanopsis fargesii*，*Parakmeria lotungensis*，*Schima superba*，*Clerodendrum cyrtophyllum*，*Alniphyllum fortunei*，*Alangium chinense*，*Castanopsis sclerophylla*，the second layer by *Castanopsis hystrix*，*Taxus mairei*，*Adinandra nitida*，*Michelia maudiae*，*Elaeocarpus decipiens*，*Styrax faberi* and the third layer by *Ternstroemia gymnanthera*，*Magnolia huangshanensis*，*Acer davidii*，*Fagus lucida*，*Lithocarpus rhombocarpus* and *Machilus breviflora*. The shrub layer is dominated by *Meliosma squamulata*，*Symplocos congesta*，*Dendropanax proteus*，*Camellia oleifera*，*Schoepfia jasminodora*，*Cleyera japonica*，etc.；（4）In respect of population age-structure，*Taxus mairei*，*Liquidambar formosana*，*Alniphyllum fortunei*，*Castanopsis sclerophylla*，*Magnolia huangshanensis* are all declining populations，while *Michelia maudiae*，*Schima superba*，*Adinandra nitida*，*Schoepfia jasminodora* are all growing populations，which indicates that *Taxus mairei* communities doesn’t reach stable status and still develops. Meanwhile，the species population distribution in communities is asymmetric，which the minor population in frequency index was abundant（A grade 87.2%），other frequency grades（A > B > C > D > E）also differ from Raunkiaer’s law of frequency.（5）There are 286 timber（height≥1.5 m）and 2276 individual in communities，among them，Importance Value（IV）of 33 species population is bigger than 2.0，including 1 288 individual，they occupied 56.8% of total IV and 56.6% of total individual respectively；the average population density in *Taxus mairei* communities is 0.44，which is less than that of the lower-subtropics，and the average distance between every two individual is 1.42，which it is more than that of evergreen broad-leaved forest of the lower-subtropics.

**Key words**：*Taxus mairei*；Plant community；Coenological analyze；North Guangdong province

南方红豆杉［*Taxus mairei*（Lemee & Levl.）S. Y. Hu ex Liu］是一种珍贵的裸子植物，既是优良的用材树种，又是一种高效的天然抗癌植物，80年代以来在其树皮和枝叶中发现并提取出紫杉醇，国际上广泛用于各种化学及医学临床研究。事实上，国际国内有关红豆杉属（*Taxus*）植物的开发利用已经有很多报道，目前已转向组织培养、化学合成等方面的研究，并开始禁止直接利用野生的红豆杉资源（方唯硕，1994；刘本叶等，1995；廖文波等，1996；邢建民等，1997；Su & Liao，1997）。此外，也加强了对红豆杉属植物进行相关群落学、生态学、繁殖及生殖生物学、遗传多样性等方面的研究（Martell，1974；King，1975；Allison，1990a，b，c；El-Kassaby等，1994；Busing等，1995；张志权，1999；Liao等，2000）。

但近10多年来，由于不合理的过度砍伐使得该树种数量锐减，南方红豆杉赖以生存的环境也已受到严重威胁，该树种已处于濒危状态。1991年，林业部公布的珍稀保护树木中南方红豆杉被列为一级保护树种。在广东粤北地区，南方红豆杉的生长地，各类生物资源极为丰富，有野生动物1 500多种，国家保护动物超过45种，如金钱豹（*Panthera pardus fusca*）、云豹（*Neofelis nebulosa*）、苏门羚（*Capricornis sumatraensis*）、狗熊（*Selenarctos thibetanus*）、梅花鹿（*Cervus nippon kopsechi*）、华南虎（*Panthera tigris amoyensis*）、穿山甲（*Manis pentadactyla*）等。野生维管植物方面，初步统计仅调查区内的南岭自然保护区就有

3 400 多种，国家级保护植物 30 多种，出现在本次南方红豆杉群落研究样地中的有：福建柏（*Fokienia hodginsii*）、三尖杉（*Cephalotaxus fortunei*）、黄山木兰（*Magnolia cylindrica*）、乐东拟单性木兰（*Parakmeria lotungensis*）、半枫荷（*Semiliquidambar cathayensis*）、华南椎（*Castanopsis concinna*）、伞花木（*Eurycorymbus cavaleriei*）、银钟花（*Halesia macgregorii*）、紫荆木（*Madhuca pasquieri*）、伯乐树（*Bretschneidera sinensis*）等。

因此，开展南方红豆杉的群落学研究，对深入掌握其生态生物学特性，以及在粤北地区进行相关的保存、恢复、保护及可持续利用等保护生物学研究等都有重要的意义。

## 1　调查区域及其自然条件

**1.1　调查区域**　调查地区包括粤北连州市、阳山县（龙潭角、称架）、始兴县司前镇、乳源县（天井山、乳阳八宝山）等地区。根据考察情况，选定重点地区进行样地调查，如南岭国家级自然保护区（大东山管理站，连州市；乳阳八宝山管理站，乳源县），以及连州市的潭岭镇、高山镇、瑶安镇等，地理位置约 112°40′－113°15′E，24°38′－25°10′N。

**1.2　调查区域的自然条件**　调查区域处于南亚热带向中亚热带的过渡地区，偏亚热带的南缘，属亚热带季风气候带（区），地带性植被为典型的中亚热带常绿阔叶林，在南部及北部自然条件稍有差异。

南部连州大东山（唐绍清，1997）年平均气温 19.5℃，7 月平均气温 28.5℃，极端最高温 39.8℃，1 月平均气温 8.9℃，极端最低温－6.9℃，年降水量 1797.1 mm，相对湿度 75%～83%，无霜期约 280 天。北部乳源八宝山（张金泉，1993）年平均气温 17.7℃，最高气温 34.4℃，最低气温－3.6℃，年平均降水量 1 705 mm，极端最高降水量达 2 495 mm，相对湿度 84%，冬季霜期较长。土壤类型，海拔 650 m 以下地区主要为山地红壤，主要植被类型为山地常绿阔叶林；650～1 100 m 低山区主要为山地黄壤，主要植被类型为常绿阔叶林、阔叶落叶混交林；1 100～1 600 m 中山区山地黄壤、棕黄壤，主要植被类型为常绿阔叶林、阔叶落叶混交林、阔叶针叶混交林，并出现山地草甸土及山地草甸、草丛，在八宝山其主峰为石坑崆，海拔 1902 m，是广东第一高峰。

## 2　取样及研究方法

**2.1　取样方法**　在粤北地区调查有南方红豆杉分布的群落，在分布点处或附近确定样地。经筛选确定 5 片样地，面积根据不同地带及植被类型，划成每片 1 000～1 500 $m^2$，再细分成每个 10 m×10 m，总面积 6 500 $m^2$，取样方法为“每木记帐调查法”，起测高度为 1.5 m，记录树高、胸径、冠幅、枝下高等。

**2.2　分析方法**　主要研究南方红豆杉植物的组成、外貌、结构、以及群落的类型及群落形成、动态等。各主要种群的相对密度、相对频度、相对显著度、重要值及建群种、优势种的分析和确定等按王伯荪等（1996）的论著。

种群年龄结构分析，采用 Ⅳ 级立木划分标准：Ⅰ 级：苗木，胸径小于 2.5 cm；Ⅱ 级：小树，胸径 2.6～7.5 cm；Ⅲ 级：壮树，胸径 7.6～22.5 cm；Ⅳ 级：大树，胸径大于 22.6 cm；并参考林英（1983）的方法，结合南方红豆杉群落的组成状况进行分析。

频度分析按 Raunkiaer（1918）的方法把频度划分为 5 个等级，即：1%～20%为 A 级，21%～40%为 B 级，41%～60%为 C 级，61%～80%为 D 级，81%～100%为 E 级。

## 3 南方红豆杉植物群落的结构特征

### 3.1 群落的种类组成

在粤北地区的野外调查表明，南方红豆杉种群在南岭南坡海拔约300～400 m至山梁1 600 m的范围内的常绿阔叶林中偶有零星分布，或在某些地区局部优势形成针阔叶混交林。就所调查的区域如连州的大东山管理站、潭岭镇、高山镇、田心林场，始兴县司前镇，乳源县乳阳八宝山等地区来看，有以南方红豆杉为建群种或优势种的群落，出现的株数较多，该种群的重要值较高，也有在某些天然的常绿阔叶林中多以特征种的方式存在，部分类型南方红豆杉仅零星分布（或仅1～2株）。

**优势科及特征科** 对6 500 $m^2$的典型样地进行调查，结果表明高度≥1.5 m的立木有种子植物61科124属286种，与广东黑石顶自然保护区森林群落（南亚热带）主要样地（张宏达等，1989）的种类组成60科131属241种相比，数量相当。前者包括层下植物，即有种子植物79科180属351种，种类较为丰富，一方面说明有南方红豆杉分布的群落是较为典型的亚热带常绿阔叶林群落，另一方面说明该群落种类组成较复杂，其主要优势科、标志科有：壳斗科（5属/34种）、山茶科（7/30）、樟科（7/29）、山矾科（1/14）、冬青科（1/12）、木兰科（4/10）、五加科（5/8）、安息香科（5/8）、金缕梅科（5/5）、杜英科（2/5）、红豆杉科（1/1）等，共12科54属180种，占总种数的51.3%，而且那些科中的组成种类大多是群落的建群种或优势种，基本能代表该群落的种类组成特点，这些大多也是中国亚热带的代表科，具有亚热带山地性质。此外，在乔木层中还有其它重要的温带科，如桦木科（2/4）、榆科（2/3）、胡桃科（2/3）、木犀科（3/5）等。从优势科、标志科的组成表明，该群落所处的地带既不同于热带，也不同于亚热带，具有从热带向亚热带过渡的特征，大致是南亚热带的范围，例如在海南岛热带占优势的某些科（高蕴璋，1989；吴德邻等，1996）如番荔枝科、夹竹桃科、萝藦科、杜英科、大戟科、大风子科、使君子科、山榄科、藤黄科、莲叶桐科、野牡丹科、金莲木科、棕榈科、蝶形花科、罗汉松科、山龙眼科、茜草科、梧桐科等在本群落中不占优势；而另一方面，尽管上述各科不占优势，但除莲叶桐科、金莲木科、使君子科、山榄科等外均在群落中有多多少少的分布，与中亚热带森林有明显差异，况且以壳斗科、樟科、山茶科、木兰科、金缕梅科占优势的森林也与典型的中亚热带森林稍不同，这是粤北南麓南亚热带常绿阔叶林的特征（廖文波等，1994；钟铭锦等，1995）。当然，由于南方红豆杉自华南北回归线地区向东分布至浙江，向西南分布于云南，向北分布至秦岭，因此该类型群落既存在南亚热带常绿阔叶林群落，也存在中亚热带森林类型的群落。后面对属的分析也能体现这一特点。

此外，组成灌木层、草本层的主要有广布科如茜草科（14/16）、大戟科（7/10）、蝶形花科（5/8）、禾亚科（5/5）等，以及热带亚热带科如卫矛科（1/8）、马鞭草科（3/7）、紫金牛科（4/6）等。对高度≥1.5 m的立木进行分析，各科的重要值及个体数进行统计（表1），结果表明上述12个主要优势科，其总重要值228.29，占全部科的总重要值的76.10%，总个体数为1705个，占全部个体2276个的74.91%。

**属的地理成分特点** 按吴征镒（1991，1993）概念对样地中的180属进行地理成分分析，结果表明：世界分布属仅4属4种（扣除），热带成分102属含204种，占非世界属的比例为57.9%，温带成分74属含143种，占非世界分布属的比例为42.1%，与稍南部的

**表 1　样地中 21 个优势科的立木个体数及重要值排序**

Table 1　Stand number and importance value taxis of 21 dominant families in plots

| 科名 | 立木个体数 | 重要值（IV） | 科名 | 立木个体数 | 重要值（IV） |
|---|---|---|---|---|---|
| 壳斗科 | 259 | 49.76 | 漆树科 | 40 | 4.59 |
| 山茶科 | 465 | 46.04 | 杜鹃花科 | 43 | 4.32 |
| 红豆杉科 | 80 | 21.38 | 榆科 | 11 | 4.20 |
| 樟科 | 160 | 20.12 | 冬青科 | 30 | 4.01 |
| 木兰科 | 112 | 18.76 | 五加科 | 43 | 3.65 |
| 金缕梅科 | 89 | 17.62 | 清风藤科 | 41 | 3.55 |
| 竹亚科 | 223 | 16.74 | 桦木科 | 26 | 3.43 |
| 安息香科 | 74 | 9.85 | 青皮木科 | 41 | 3.36 |
| 蔷薇科 | 60 | 8.83 | 八角枫科 | 27 | 3.27 |
| 山矾科 | 93 | 7.09 | 马鞭草科 | 23 | 3.15 |
| 杜英科 | 48 | 6.90 | 卫矛科 | 25 | 3.13 |
| 槭树科 | 42 | 5.20 | 大戟科 | 13 | 2.84 |
| 合计：24 个科，个体数之和 2068，重要值之和 271.79 | | | | | |

邻近地区比较，黑石顶热带成分 80.6%，温带成分 19.4%，南昆山热带成分 79.6%，温带成分 20.4%，两地热带性明显较强。本研究调查区域位于南岭山地，为南亚热带的北麓及亚热带的南麓，亚热带山地性质较强，所在的大东山、八宝山与稍北侧的莽山比较（距离约 80 ~ 30 km），后者热带成分稍低为 55.0%，温带成分稍高为 45.0%，另再与海南、鼎湖山等地区常绿阔叶林比较可知，粤北地区的南方红豆杉群落的种类组成特点是与地理位置相适应的（表 2），具有介于热带、中亚热带森林群落之间的南亚热带常绿阔叶林性质，而因地处南岭山地，稍偏向于中亚热带性质。

但若从群落中立木的组成来看，世界分布属个体仅 1 个，重要值 0.19，热带属个体数 289 个，占总数的 56.63%，重要值 147.18，占 49.06%，优势种如荷木（*Schima superba*）、拟赤杨（*Alniphyllum fortunei*）、深山含笑（*Michelia maudiae*）、海南红楣（*Anneslea hainanensis*）、青皮木（*Schoepfia jasminodora*）、短花序楠（*Machilus breviflora*）、厚皮香（*Ternstroemia gymnanthera*）、密花山矾（*Symplocos congesta*）、杜英（*Elaeocarpus decipiens*）等；温带属个体数 986 个，占总数的 43.32%，重要值 152.58，占 50.86%，例如红栲（*Castanopsis fargesii*）、枫香（*Liquidambar formosana*）、甜槠栲（*Castanopsis sclerophylla*）、黄山木兰（*Magnolia huangshanensis*）、罗浮栲（*Castanopsis fabri*）、青榨槭（*Acer davidii*）、小叶青冈栎（*Quercus gracilis*）等；其中，南方红豆杉的个体数为 80，重要值 21.38。

尽管热带成分个体数比例很高，但组成不典型，如杜英属（*Elaeocarpus*）、古柯属（*Erythroxylum*）、厚壳桂属（*Cryptocarya*）、花椒属（*Zanthoxylum*）、紫金牛属（*Ardisia*）、紫玉盘属（*Uvaria*）等，以及很多占优势的泛热带属、热带属（种）如深山含笑（*Michelia maudiae*）、华润楠（*Machilus chinensis*）、豹皮樟（*Listea rotundifolia*）、华南樟（*Cinnamomum austro-sinensis*）、越南山矾（*Symplocos cochinchinensis*）、谷木冬青（*Ilex memcylifolia*）、越南安息香（*Styrax tonkinensis*）等其实也是分布至中亚热带的。较典型的热带成分仅有一些草本属，如草珊瑚属（*Sarcandra*）、草豆蔻属（*Amomum*）、赤车属（*Pellionia*）等。相对而言，温带成分很有特色，如桦木属（*Betula*）、杜鹃花属（*Rhododendron*）、桤木属（*Alnus*）、水

青冈属（*Fagus*）、槭树属（*Acer*）、栎属（*Quercus*）、椴树属（*Tilia*）、锥属（*Castanopsis*）、石柯属（*Lithocarpus*）、猕猴桃属（*Actinidia*）、山桐子属（*Idesia*）、枫杨属（*Pterocarya*）、野鸦椿属（*Euscaphis*），当中的东亚分布属达19属，有11属分布至日本，例如枇杷属（*Eriobotrya*）、山桐子属、枫杨属、野鸦椿属等，此外有中国特有属10属10种，很典型，如伯乐树（*Bretschneidera sinensis*）、蓝果树（*Camptotheca acuminata*）、杉木（*Cunninghamia lanceolata*）、伞花木（*Eurycorymbus cavaleriei*）、福建柏（*Fokienia hodginsii*）、陀螺果（*Melliodendron xylocarpum*）、乐东拟单性木兰（*Parakmeria lotungensis*）、半枫荷（*Semiliquidambar cathayensis*）、银鹊树（*Tapiscia sinensis*）、通脱木（*Tetrapanax papyrifer*）等，多数是国家珍稀保护植物。由此可见，在群落中温带成分性质稍强，热带成分除部分优势种外多以林缘的种类或以林下灌木种类为多，充分说明南方红豆杉群落的亚热带森林性质，而且南方红豆杉无疑是群落的关键种（Stone species）之一。

表2 粤北南方红豆杉群落属分布区类型比例与相关地区的比较（%）

Table 2 Comparison of genera areal-types between *Taxus mairei* communities and those of the adjacent region

| 地区＼分布区型 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | T | 8 | 9 | 12* | 14 | 15 | Tm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 海南省坡垒林 | 31.2 | 2.6 | 16.9 | 10.4 | 7.8 | 26.0 | 94.8 | 1.3 | 2.6 | 1.3 | 0 | 0 | 5.2 |
| 鼎湖山阔叶林 | 30.9 | 4.5 | 16.4 | 12.7 | 6.3 | 18.2 | 90.7 | 3.6 | 3.6 | 0 | 1.8 | 0 | 9.3 |
| 黑石顶常绿阔叶林 | 27.6 | 5.2 | 11.2 | 11.2 | 4.5 | 20.9 | 80.6 | 6.7 | 5.2 | 0.7 | 5.2 | 1.5 | 19.4 |
| 南昆山常绿阔叶林 | 29.3 | 7.6 | 10.9 | 8.9 | 3.3 | 19.6 | 79.6 | 6.5 | 5.4 | 0 | 4.5 | 2.2 | 20.4 |
| 粤北南方红豆杉林 | 19.3 | 3.4 | 11.4 | 5.1 | 3.4 | 15.3 | 57.9 | 13.1 | 11.4 | 1.1 | 10.8 | 5.7 | 42.1 |
| 莽山常绿阔叶林 | 15.0 | 6.7 | 3.3 | 1.7 | 0 | 28.3 | 55.0 | 20.0 | 13.3 | 0 | 10.0 | 1.7 | 45.0 |

注：T热带成分总和；Tm温带成分总和；2－15，为分布区类型（1－世界分布，扣除；2－泛热带；3－热带亚洲和热带美洲；4－旧世界热带；5－热带亚洲至热带大洋洲；6－热带亚洲至热带非洲；7－热带亚洲；8－北温带；9－东亚和北美洲；10－旧世界温带（在南方红豆杉群落中出现2属，标在12*中，其它地区未出现）；11－温带亚洲（未出现）；12－地中海－西亚至中亚；13－中亚（未出现）；14－东亚；15－中国特有。

**种－面积曲线** 以种类组成为基础，以面积100 m$^2$的样方为单位，统计面积每次增加后种类增加达到的数目，确定南方红豆杉群落的“种－面积曲线”如图1所示。

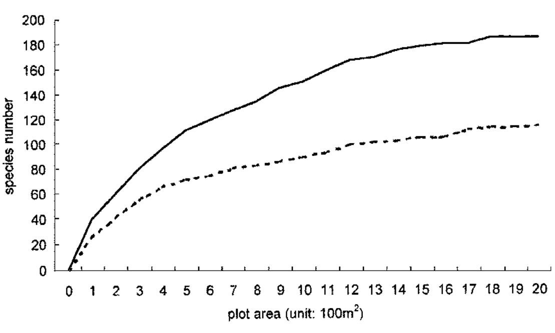

图1 南方红豆杉群落的“种－面积曲线”

Fig. 1 The species-area curve in *Taxus mairei* communities

（—— nature community；-------disturbed community）

图1表明，南方红豆杉自然林群落的种类组成随取样面积的增加而明显增加，达到1 200～1 600 m$^2$时，曲线趋于平缓，种数达到167～180种，占该类型立木种类的90.3%～97.3%。而受干扰的南方红豆杉常绿阔叶林群落，种－面积曲线明显处于低位，在面积达到600～800 m$^2$时，种数达到74～85种，占该类型总种数的64.9%～74.6%。分析表明，自然林群落由于偶见种类出现较多，导致最小面积的基数偏高，而受干扰林群落的基数又偏低，因此从立木组成等方面考虑，分别取上限值和下限值

即确定其最小取样面积应以 800 ~ 1 200 $m^2$ 为宜，基本能表现该类群落的主要特征，与南亚热带常绿阔叶林最小面积 1 200 ~ 1 600 $m^2$（王伯荪等，1987a，1987b）及中亚热带常绿阔叶林的 1 000 ~ 1 200 $m^2$ 相比较，也是相适宜的。而且自然林曲线趋高、受干扰林曲线偏低，是与南方红豆杉珍稀植物群落在粤北地区成为关键种的特殊性相联系的。

### 3.2 群落的外貌及垂直结构

**外貌及季相** 南方红豆杉是粤北森林植被的特征种之一。在群落中可构成优势种、建群种、特征种，或仅为零星分布，或仅在选定样地的附近地区存在，因此其组成的群系是多样的，优势种群也很明显，尤以南方红豆杉、红栲、枫香、拟赤杨（*Alniphyllum fortunei*）等的重要值明显较高。南方红豆杉分布所处的亚热带森林，在低海拔地区、中海拔地区稍有不同。在低海拔地区，以南方红豆杉占优势的群落，春夏季植物生长旺盛，林冠层浓绿，在秋冬季，林冠层稍呈淡黄绿色，特别是受干扰的群落季相变化较明显，常有较多落叶树种，如翻白叶树（*Pterospermum heterophyllum*）、朴树（*Celtis sinensis*）、白花笼（*Styrax faberi*）、枫香等，使群落背景呈现灰白斑，红栲、罗浮栲、米锥（*Castanopsis carlesii*）、深山含笑等使群落呈现灰褐色。或者由于局部区域毛竹（*Phyllostachys pubescens*）较多会呈现黄褐斑。在中海拔地区为典型常绿阔叶林，外貌多呈绿色、浓绿色，有时由于枫香占优势在秋冬季出现黄色斑块。

**生活型** 南方红豆杉群落外貌特征也反映在生活型方面，在 351 种植物中，中高位芽 132 种、小高位芽 133 种、矮高位芽 28 种、藤本 29 种、地上芽 12 种、地面芽 14 种、隐芽 4 种。如图 2 所示（王伯荪等，1987a；张宏达等，1989），海南岛龙脑香林的生活型谱表明其热带性气候、雨量等条件最优越，从热带至亚热带中高位芽减少、小及矮高位芽增多，优势种较多并逐渐减少，调查表明南方红豆杉林中仅有 1 株为大高位芽植物超过 30 m，其他中高位、小高位、矮高位芽植物比例（83.2%）与南昆山、黑石顶常绿阔叶林较相似，仅较海南岛龙脑香林 91.4%稍低，另藤本、地面芽及一年生植物比例较高，表明群落受到相当程度的干扰。

**垂直结构** 调查地区南方红豆杉的分布区为典型的亚热带常绿阔叶林群落，乔木层可分为 3 层，最上层高 18.1 ~ 24.0 m，主要有：枫香、红栲、乐东拟单性木兰、海南红楣（*Anneslea hainanensis*）、两广椴（*Tilia kwangtungensis*）、荷木（*Schima superba*）、大青（*Clerodendrum cyrtophyllum*）、拟赤杨、八角枫（*Alangium chinense*）、甜槠栲、马尾松（*Pinus massoniana*）等，高于 24.1 m 的植株极少，有枫香、疏齿荷木（*Schima crenata*）、马尾松等几种；最上层乔木树种数量不很多，且较分散，因此林冠层不甚整齐。第 2 亚层高 12.1 ~ 18.0 m，优势种主要有：荷木、红栲、红椎（*Castanopsis hystrix*）、杜英、深山含笑、南方红豆杉、亮叶杨桐（*Adinandra nitida*）、白花笼等。第 3 亚层高 6.1 ~ 12.0 m，优势种主要有：厚皮香（*Ternstroemia gymnanthera*）、黄山木兰、青榨槭、亮叶水青冈（*Fagus lucida*）、硬叶稠（*Lithocarpus rhombocarpus*）、短花楠（*Machilus breviflora*）、疏花卫矛（*Euonymus laxifolius*）等。高 1.5 ~ 6.0 m，主要为灌木层，个体数量极多，密度较大，优势种主要有：绿樟（*Meliosma squamulata*）、青皮木（*Schoepfia jasminodora*）、密花山矾（*Symplocos congesta*）、光叶山矾（*Symplocos lancifolia*）、鸭脚木（*chefflera octophylla*）、山枇杷（*Eriobotrya cavaleriei*）、山苍子（*Listea cubeba*）、细枝柃（*Eurya loquaiana*）、油茶（*Camellia sinensis*）、羊角杜鹃（*Rhododendron cavaleriei*）、

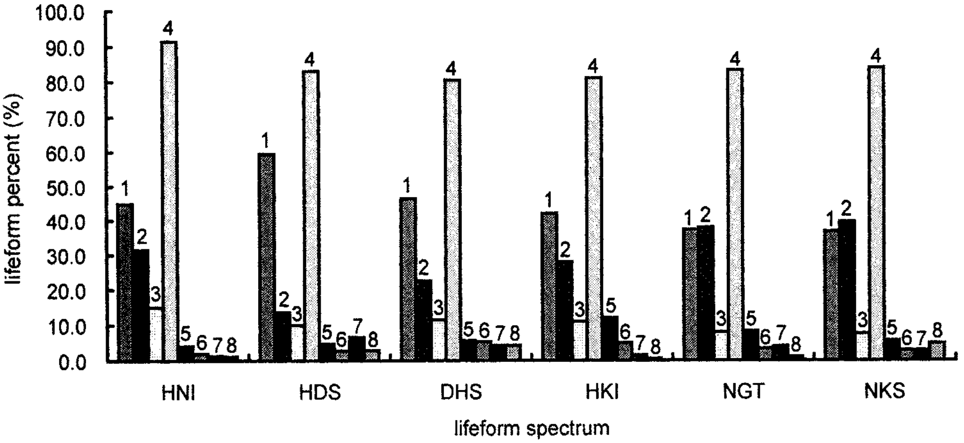

**图2　南方红豆杉群落生活型谱与邻近地区常绿阔叶林的比较**

Fig. 2　HComparison of life-form spectrum between Taxus mairei communities and other evergreen broad-leaved forest communities in the adjacent region

1：Ms，2：Mc，3：Nn，4：Ph，5：Li，6：Ch，7：HT，8：Cr

Ph：（总）高位芽（Phanerophytes，Total）[Ms：中高位芽（Mesophanerophytes）；Mc：小高位芽（Microphanerophytes）；Nn：矮高位芽（Nanophanerophytes）]；Li：藤本高位芽（Linophanerophytes）；Ch：地上芽（Chamaephytes）；HT：地面芽和一年生草本（Hemicryptophytes）；Cr：隐芽（Cryptophytes）；HNI：海南岛（Hainan island），龙脑香林（dipterocarpa forest）；HSD：黑石顶（Heishiding Nature Reserve），低山常绿阔叶林（Evergreen broad-leaved forest in lower mountain）；鼎湖山（Dinghushan National Nature Reserve），常绿阔叶林（Evergreen broad-leaved forest）；HKI：香港岛（HongKong island），黄桐林（*Endospermum chinense* forest）；NGT：粤北（North Guangdong），南方红豆杉林（*Taxus mairei* forest）；NKS：南昆山（Nankunshan Nature Reserve），南亚热带常绿阔叶林（Evergreen broad-leaved forest in lower subtropics）

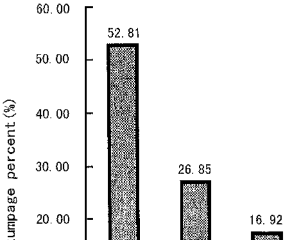

**图3　南方红豆杉群落树高与个体数的关系**

Fig. 3　Relationship between timber height and individual number in *Taxus mairei* communities

山樱桃（*Cerasus serrulata*）、红淡比（*Cleyera japonica*）等。如图3所示是群落树高与个体的数量关系，随着树高的增大，立木个体数数量剧减，立木级数量分布呈“倒J”型，这与热带雨林、亚热带季风常绿阔叶林是相似的特征是相似的（胡玉佳等，1992）。

### 3.3　群落的种群结构

**种群年龄结构**　种群的年龄结构主要指种群内不同年龄的个体的分布或组成状况，它不仅反映了种群动态及其发展趋势，并在一定程度上反映了种群与环境间的相互关系，以及它们在群落中的作用和地位（王伯荪等，1996）。种群分析表明，南方红豆杉群落中有12个明显的优势种群，其年龄结构特征如图4所示。

图 4 表明，南方红豆杉、枫香、拟赤杨、甜槠栲、黄山木兰均为衰退种群，最明显的是枫香、拟赤杨、黄山木兰，而南方红豆杉的表现不很明显，说明该种群在亚热带常绿阔叶林中能保持其特征种地位；此外，深山含笑、荷木、亮叶杨桐、青皮木表现为增长种群；因此表明群落的各建群种仍未达到稳定状况。

**频度分析**　频度是表示某一种群的个体在群落中水平分布的均匀程度。按 Raunkiaer（1918）的方法对南方红豆杉植物群落的进行物种频度值分析，结果为 A 级占绝对优势，为 87.2%，B 级 6.5%，C 级 3.5%，D 级 2.4%，E 级 0.4%，即 A > B > C > D > E。与 Raunkiaer 的频度规律 A > B > C ≥ D < E 不相一致，但与海南岛热带雨林的频度分布规律 A > B > C > D > E（胡玉佳，1992）相似，频度较高的种有深山含笑、枫香、南方红豆杉、荷木、红栲、甜槠栲、厚皮香、青皮木、红淡比、山枇杷、乐东拟单性木兰等，但总体看来，频度小的物种占多数，该群落物种的分布是不均匀的。

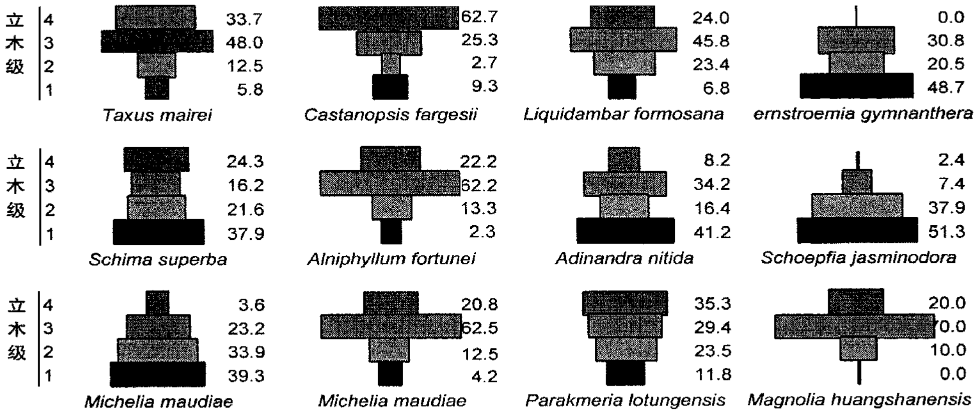

**图 4　南方红豆杉群落优势种群的年龄结构图**

Fig. 4　Age-structure of the dominant population in Taxus mairei communities

（1. **衰退种群**（Declining population）：**南方红豆杉**（*Taxus mairei*），**红栲**（*Castanopsis fargesii*），**枫香**（*Liquidambar formosana*），**拟赤杨**（*Alniphyllum fortunei*），**甜槠栲**（*Castanopsis sclerophylla*），**黄山木兰**（*Magnolia huangshanensis*）**等**；2. **增长种群**（growing population）：**厚皮香**（*Ternstroemia gymnanthera*），**荷木**（*Schima superba*），**亮叶杨桐**（*Adinandra nitida*），**青皮木**（*Schoepfia jasminodora*），**深山含笑**（*Michelia maudiae*）**等，乐东拟单性木兰**（*Parakmeria lotungensis*）**立木极相似，动态不明显**（The stumpage grades are similar，so their dynamic is not obvious）

**优势种的重要值**　南方红豆杉是粤北森林植被的特征种之一，在群落中以多种状况存在。局部可构成势种，或仅为零星分布。对全部样地进行重要值分析（表 3），结果表明南方红豆杉、红栲、枫香的重要值明显较高，为优势种群。表 3 共列出 33 个种群的重要值，其他 253 种重要值均小于 2.0。该 33 个种群的重要值总和为 170.5，占总重要值的 56.8%，个体数为 1288 个，占总样地个体数 2276 个的 56.6%，因此该 33 种已基本能表现出南方红豆杉植物群落的主要特征。

**群落密度**　根据对建群种、优势种、主要树种重要值的排序，结合群落组成、外貌特征等特点，可将所调查的南方红豆杉群落划分为 5 个类型：南方红豆杉 – 毛竹群落；南方

**表3 南方红豆杉群落优势种群的重要值***

Table 3 Importance values (IV) of dominant populations in Taxus mairei communities

| 种名 | Species | 个体数<br>NI | 总胸面积<br>TA（cm$^2$） | 相对频度<br>RF（%） | 相对多度<br>RA（%） | 相对优势度<br>RD（%） | 重要值<br>IV |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 南方红豆杉 | *Taxus mairei* | 80 | 50984.26 | 3.78 | 3.51 | 14.079 | 21.38 |
| 红栲 | *Castanopsis fargesii* | 75 | 44433.24 | 1.75 | 3.3 | 12.27 | 17.31 |
| 毛竹 | *Phyllostachy pubescens* | 221 | 16732.47 | 2.18 | 9.71 | 4.621 | 16.51 |
| 枫香 | *Liquidambar formosana* | 74 | 37854.72 | 2.33 | 3.25 | 10.453 | 16.03 |
| 荷木 | *Schima superba* | 37 | 17014.04 | 1.75 | 1.63 | 4.698 | 8.07 |
| 拟赤扬 | *Alniphyllum fortunei* | 46 | 13029.68 | 0.87 | 2.02 | 3.598 | 6.49 |
| 亮叶杨桐 | *Adinandra nitida* | 73 | 7083.51 | 1.16 | 3.21 | 1.956 | 6.33 |
| 深山含笑 | *Michelia maudiae* | 56 | 3551.34 | 2.33 | 2.46 | 0.981 | 5.77 |
| 油茶 | *Camellia oleifera* | 94 | 339.26 | 1.02 | 4.13 | 0.094 | 5.24 |
| 甜槠栲 | *Castanopsis sclerophylla* | 24 | 9022.35 | 1.02 | 1.05 | 2.491 | 4.56 |
| 拟单性木兰 | *Parakmeria lotungensis* | 17 | 8701.35 | 1.31 | 0.75 | 2.403 | 4.46 |
| 厚皮香 | *Ternstroemia gymnanthera* | 39 | 1854.38 | 1.6 | 1.71 | 0.512 | 3.83 |
| 海南红楣 | *Anneslea hainanensis* | 32 | 5900.86 | 0.58 | 1.41 | 1.629 | 3.62 |
| 青皮木 | *Schoepfia jasminodora* | 41 | 884.16 | 1.31 | 1.8 | 0.244 | 3.36 |
| 漆树 | *Toxicodendron vernicifluum* | 23 | 2728.01 | 1.31 | 1.01 | 0.753 | 3.07 |
| 八角枫 | *Alangium chinense* | 25 | 3866.22 | 0.87 | 1.1 | 1.068 | 3.04 |
| 青榨槭 | *Acer davidii* | 27 | 2476.75 | 1.02 | 1.19 | 0.684 | 2.89 |
| 朴树 | *Celtis sinensis* | 3 | 8466.92 | 0.29 | 0.13 | 2.338 | 2.7 |
| 亮叶水青冈 | *Fagus lucida* | 27 | 3331.59 | 0.58 | 1.19 | 0.92 | 2.69 |
| 山枇杷 | *Eriobotrya cavaleriei* | 20 | 177.03 | 1.75 | 0.88 | 0.049 | 2.67 |
| 罗浮栲 | *Castanopsis fabri* | 20 | 3672.31 | 0.73 | 0.88 | 1.014 | 2.62 |
| 短花序楠 | *Machilus breviflora* | 15 | 4852.42 | 0.58 | 0.66 | 1.34 | 2.58 |
| 小叶青冈栎 | *Quercus gracilis* | 10 | 6153.33 | 0.44 | 0.44 | 1.699 | 2.58 |
| 黄山木兰 | *Magnolia huangshanensis* | 15 | 3242.48 | 1.02 | 0.66 | 0.895 | 2.57 |
| 红淡比 | *Cleyera japonica* | 29 | 128.77 | 1.16 | 1.27 | 0.036 | 2.47 |
| 密花山矾 | *Symplocos congesta* | 45 | 191.73 | 0.44 | 1.98 | 0.053 | 2.47 |
| 硬叶稠 | *Lithocarpus rhombocarpus* | 15 | 4301.07 | 0.58 | 0.66 | 1.188 | 2.43 |
| 杜英 | *Elaeocarpus decipiens* | 15 | 3589.99 | 0.58 | 0.66 | 0.991 | 2.23 |
| 木莲 | *Manglietia fordiana* | 8 | 5234.27 | 0.44 | 0.35 | 1.445 | 2.23 |
| 绿樟 | *Meliosma squamulata* | 29 | 1003.47 | 0.58 | 1.27 | 0.277 | 2.13 |
| 厚叶红淡比 | *Cleyera pachyphylla* | 23 | 135.51 | 1.02 | 1.01 | 0.037 | 2.07 |
| 黄樟 | *Cinnamomum porrectum* | 17 | 2116.83 | 0.73 | 0.75 | 0.585 | 2.06 |
| 薯豆杜英 | *Elaeocarpus japonicus* | 13 | 3075.75 | 0.58 | 0.57 | 0.849 | 2.00 |

注：* 重要值$>2.0$的共33种，其余种重要值均小于2.0，略；NI，number of individual；TA，total area in breast height；RF，relative frequency；RA，relative abundance；RD，relative dominance；IV，importance value

红豆杉+深山含笑+红栲群落；拟赤杨+黄山木兰－南方红豆杉群落；拟单性木兰+深山含笑－青榨槭群落；枫香+亮叶杨桐－南方红豆杉群落。对样地中高1.5 m以上立木，根据公式计算群落密度（D）及平均株距（L），即“D=总株数/样地面积”，“L=（样地面积/总株数）1/2－平均胸径”，结果如表4。

与黑石顶的主要群落类型相较，后者平均密度为0.60，平均株距为1.36，因此地处南岭南麓的南方红豆杉群落密度明显要小，株距明显稍大。

表 4　南方红豆杉各群落的株数、株距、群落密度

Table 4　Number，distance，density of individual（height > 1.5 m）in *Taxus mairei* communities

| 群落类型 | 株数 | 密度（D） | 平均胸径（cm） | 株距（m） |
|---|---|---|---|---|
| 南方红豆杉－毛竹群落 | 396 | 0.40 | 6.84 | 1.51 |
| 南方红豆杉＋深山含笑＋红栲群落 | 478 | 0.43 | 9.76 | 1.42 |
| 拟赤杨＋黄山木兰－南方红豆杉群落 | 421 | 0.38 | 9.60 | 1.52 |
| 拟单性木兰＋深山含笑－青榨槭群落 | 513 | 0.43 | 7.25 | 1.45 |
| 枫香＋亮叶杨桐－南方红豆杉群落 | 468 | 0.58 | 9.89 | 1.21 |
| 合　计 | 2276 | 0.44 | 8.67 | 1.42 |

## 〔参　考　文　献〕

胡玉佳，李玉杏，1992. 海南岛热带雨林研究［M］. 广州：广东高等教育出版社，1—293

王伯荪，1987. 植物群落学［M］. 北京：高等教育出版社，14—90，161—294

王伯荪，余世孝，彭少麟，等，1996. 植物群落学实验手册［M］. 广州：广东高等教育出版社，1—10

Allison TD，1990a. Pollen production and plant density affects pollination and seed production in *Taxus canadensis*［J］. *Ecology*，**71**：516—522

Allison TD，1990b. The influence of deer browsing on the reproductive biology of Canada yew（*Taxus canadensis* Marsh.）Ⅰ. Direct effect on pollen，ovule，and seed production［J］. *Oecologia*，**83**：523—529

Allison TD，1990c. Variation in sex expression in Canada yew（*Taxus canadensis* Marsh.）［J］. *Am J Bot*，**78**：569—578

Busing RT，Halpern CB，Spies TA，1995. Ecology of Pacific yew（*Taxus brevifolia*）in Western Oregon and Washington［J］. *Conservation Biology*，**9**（5）：1199—1207

El-Kassaby YA，Yanchuk AD，1994. Genetic diversity，differentiation，and inbreeding in Pacific yew from British Columbia［J］. *Journal of Heredity*，**85**（2）：112—117

Fang WS（方唯硕），1994. Chemistry research of taxol［J］. *Journal of Chinese Medicine*（中国药学杂志），**29**（5）：259—263

Gao WZ（高蕴璋），1989. Primary study on relationship of families and genera between spermatophyte flora of Hainan and that of neighboring regions［J］. *Guihaia*（广西植物），**9**（3）：211—220

King DR，1975. Estimation of yew and cedar availability and utilization［J］. *J Wildl Manage*，**17**：487—494

Liao WB（廖文波），Zhang HD（张宏达），1994. A comparison of the spermatophyte flora from Guangdong and its neighboring regions［J］. *Guihaia*（广西植物），**14**（3）：217—227

Liao WB，Su ZY，Zhang MM，2000. Characteristics of a subtropical montane forest co-dominated by *Taxus mairei* and some Magnoliaceous species. Proceedings of the International Symposium on the Family Magnoliaceae［M］. Beijing：Science Press，289—293

Liao WB（廖文波），Zhang ZQ（张志权），Su ZY（苏志尧），1996. Importance and Exigency on study of protection biology of anticancer plant *Taxus mairei*［J］. *Ecologic Science*（生态科学），**15**（2）：17—20

LIN Y（林英），1983. Study of the forest ecosystem in subtropics［J］. *Journal of Hainan University*（Nat. Sci.）（海南大学学报），（1）：1—9

Liu BY（刘本叶），Ye HH（叶和春），Li GF（李国凤），1995. Research introduction on an new anticancer drug taxol［J］. *Chinese Bulletin of Botany*（植物学通报），**12**（3）：8—14

Martell AM，1974. Canada yew. In：Gill JD，Healy WM（ed）. Shrubs and Vines for Northeastern Wildlife［M］，USDA Forest Sci Gen Tech Rep Ne-9，158—160

Su ZY，Liao WB，1997. Probable causes for the endangerment of maire yew（*Taxus mairei*）and countermeasures for its conservation. Forest and Environment：Research and Practice［M］，Beijing：China Forsetry Publishing House，89—94

Tang SQ（唐绍清），Zhang HD（张宏达），Tang ZX（唐志信），*et al*，1997. Study of the spermatophyte flora from Dadongshan of north Guangdong［J］. *Guihaia*（广西植物），**17**（2）：127—132

Wang BS（王伯荪），Liu CG（刘承恩），1987．Vegetation characteristics of Natural Reserve of Heishiding［J］．*Ecologic Science*（生态科学），(1－2)：1—18

Wu DL（吴德邻），Xing FW（邢福武），Ye HG（叶华谷），*et al*，1996．Study of floristic phytogeography on the spermatophyte flora from islands in South China Sea［J］．*Journal of Tropical and Subtropical Botany*（热带亚热带植物学报），**4**（1）：1—22；(cont.）**4**（2）：1—11

Wu ZY（吴征镒），1991－1993．The Areal-types of Chinese genera of seed plants［J］．*Acta Botanica Yunnanica*（云南植物研究），Supp．**4**：1—139，141—178

Xing JM（邢建民），Zha LH（查丽杭），Li ZH（李佐虎），*et al*，1997．Progress on producing taxol by plant cell culture［J］．*Chinese Bulletin of Botany*（植物学通报），**14**（3）：22—29

Zhang HD（张宏达），Wang BS（王伯荪），Hu YJ（胡玉佳），*et al*，1989．Vegetation of Hongkong［J］．*Journ Sunyatsen University*，Suppl，**8**（2）：130—132

Zhang JQ（张金泉），1993．Vegetation characteristics of Natural Reserve of Ruyang Babaoshan in Guangdong［J］．*Ecologic Science*（生态科学），(1)：39—124

Zhang ZQ（张志权），Liao WB（廖文波），Chen ZM（陈志明），*et al*，1999．Study on Rooting Capability of Twigs of *Taxus mairei*［J］．*Forest Research*（林业科学研究），**12**（5）：539—543

Zhong MJ（钟铭锦），Liao WB（廖文波），1995．The composition of families and characteristics of the spermatophyte flora from Guangdong［J］．*Guihaia*（广西植物），**15**（1）：18—25